

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 03 480.3

Anmeldetag: 24. Januar 2003

Anmelder/Inhaber: E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH, Oberderdingen/DE

Bezeichnung: Schaltungsanordnung für einen kapazitiven
Näherungsschalter

IPC: H 03 K 17/955

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



Letang

Anmelder:

E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH
Rote-Tor-Straße
75038 Oberderdingen

Unser Zeichen: P 42444 DE

24. Januar 2003 FR/Ba/cK

Beschreibung

Schaltungsanordnung für einen kapazitiven Näherungsschalter

5

Anwendungsgebiet und Stand der Technik

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung für einen kapazitiven Näherungsschalter nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere nach dem Ladungstransferprinzip.

10

Schaltungsanordnungen dieser Art sind bekannt und weisen beispielsweise bei der EP 0 859 468 A1 ein kapazitives Sensorelement auf, dessen Kapazität sich in Abhängigkeit seines Betätigungszustands ändert. Diese Kapazitätsänderung wird ausgewertet, um den Betätigungszu-

15

stand zu ermitteln. Hierzu wird das Sensorelement mit einer Ladespannung beaufschlagt, wodurch in Abhängigkeit von dessen Kapazität und der Ladespannung eine bestimmte elektrische Ladung auf das Sensorelement transferiert wird. Nach einer Ladezeit wird das Sensorelement von der Ladespannung getrennt und mit einem Sammelkondensator verbunden, wodurch ein Ladungstransfer vom Sensorelement auf den Sammelkondensator erfolgt. Der Vorgang des Ladens und anschließenden Umladens wird für eine vorbestimmte Anzahl von Zyklen wiederholt,

20

P 42444 - 2 -

wodurch die Ladung des Sammelkondensators einen bestimmten Wert erreicht, der unter anderem durch den Wert der Kapazität des Sensorelements bestimmt wird. Die Ladung bzw. die daraus resultierende Spannung des Sammelkondensators ist folglich ein Maß für die zu messende Kapazität des Sensorelements. Durch Auswerten der Spannung des Sammelkondensators kann auf den Betätigungszustand des Näherungsschalters geschlossen werden. Nach der Spannungsauswertung wird der Sammelkondensator definiert entladen und es kann sich ein neuer Messzyklus anschließen.

10

Die Schaltvorgänge werden herkömmlicherweise durch Analogschalter realisiert, die relativ teuer sind. Weiterhin kann sich das Sensorelement nur bis auf die momentane Spannung des Sammelkondensators entladen, wodurch die transferierbare Ladung mit zunehmender Aufladung des Sammelkondensators abnimmt und folglich die Signalauflösung reduziert wird.

15

Aufgabe und Lösung

20 Der Erfindung liegt als Aufgabe die Bereitstellung einer Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art zugrunde, die eine sichere Bestimmung des Betätigungszustands des Näherungsschalters unter allen Betriebsbedingungen gewährleistet, kostengünstig herstellbar und unempfindlich gegenüber EMV- und HF-Störungen ist.

25

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte sowie bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Ansprüche und werden im folgenden näher erläutert. Der Wortlaut der Ansprüche wird durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

30

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung umfasst ein erstes steuerbares Verbindungsmittel, das in Abhängigkeit von einem Ansteuersignal ein kapazitives Sensorelement mit einer Ladespannung beaufschlagt, und ein zweites steuerbares Verbindungsmittel, das in Abhängigkeit vom Ansteuersignal das kapazitive Sensorelement mit einem Sammelkondensator zum Transfer der Ladung vom kapazitiven Sensorelement auf den Sammelkondensator verbindet. Dabei ist die Ladespannung eine Wechselfeldspannung und die Verbindungsmittel sind derart mit der Wechselfeldspannung beaufschlagbar, dass im Wechsel das erste Verbindungsmittel oder das zweite Verbindungsmittel leitend sind. Die Umschaltung zwischen einer Ladephase des Sensorelements und der Ladungstransferphase erfolgt im Takt der Wechselfeldspannung, wodurch eine zusätzliche Umschaltlogik entfallen kann. Eine derartige Schaltungsanordnung ist einfach aufzubauen, kostengünstig herzustellen und unempfindlich gegenüber Störungen.

In einer Weiterbildung der Schaltungsanordnung wird die Ladespannung mit Hilfe einer Gleichspannungsquelle und einer Rechteckspannungsquelle mit gemeinsamem Bezugspotential erzeugt. Dabei sind zwischen einem Ladespannungsknoten und der Gleichspannungsquelle eine Klemmdiode in Sperrrichtung eingeschleift und zwischen dem Ladespannungsknoten und der Rechteckspannungsquelle ein Kondensator und ein Widerstand in Serie eingeschleift. Durch eine derartige Anordnung ist es möglich, eine rechteckförmige Ladespannung am Ladespannungsknoten zu erzeugen, die zwischen dem Potential der Gleichspannungsquelle und einem Summenpotential der Potentiale der Gleichspannungsquelle und dem "1"-Pegel bzw. -Potential der Rechteckspannungsquelle im Takt der Rechteckspannungsquelle alterniert. Dies ermöglicht eine annähernd vollständige Auf- bzw. Entladung des Sensorelements unabhängig von der Ladespannung bzw. des Ladezustands des Sammelkondensators, wodurch ein linearer Spannungsanstieg am

Sammelkondensator bewirkt wird. Die mögliche Signalauflösung wird dadurch stark verbessert.

In einer Weiterbildung der Schaltungsanordnung ist das erste Verbindungsmittel eine Diode und/oder das zweite Verbindungsmittel ein Bipolar-Transistor, insbesondere ein pnp-Transistor. Mit Hilfe dieser Wahl der Verbindungsmittel ist es einfach und kostengünstig möglich, eine Schaltfunktion in Abhängigkeit von der Ladespannung zu realisieren, da die Verbindungsmittel in Abhängigkeit von der Ladespannung leitend bzw. sperrend sind. Teure und empfindliche Analogschalter können entfallen. Weiterhin wird eine für kapazitive Sensorelemente typische Grundkapazität weitestgehend durch die parasitären Transistor-Kapazitäten kompensiert, wodurch im wesentlichen nur die Kapazitätsänderung des Sensorelements erfasst wird.

In einer Weiterbildung der Schaltungsanordnung sind die Basis des Transistors und/oder die Anode der Diode mit dem Ladespannungsknoten verbunden, die Kathode der Diode und/oder der Emitter des Transistors mit einem Filterwiderstand verbunden, der mit dem kapazitiven Sensorelement gekoppelt ist, und der Kollektor des Transistors ist mit dem Sammelkondensator verbunden, dessen anderer Anschluss mit einem Bezugspotential verbunden ist. Durch diese Beschaltung wird erreicht, dass die Diode bzw. der Transistor in Abhängigkeit von der Ladespannung im Wechsel leitend sind, weitere Steuersignale sind nicht notwendig. Der Filterwiderstand macht die Schaltungsanordnung unempfindlich gegenüber EMV- und HF-Störungen.

In einer Weiterbildung der Schaltungsanordnung ist dem Sammelkondensator ein Schalter parallel geschaltet. Dies ermöglicht ein sicheres Entladen des Sammelkondensators vor dem Beginn einer neuen Messung. Alternativ kann auch ein geeignet dimensionierter Widerstand eingesetzt werden.

In einer Weiterbildung der Schaltungsanordnung weist die Schaltungsanordnung mehrere kapazitive Sensorelemente, denen jeweils ein erstes und ein zweites Verbindungsmittel zugeordnet ist, und lediglich einen einzigen Sammelkondensator auf, der mit den jeweiligen zweiten Verbindungsmitteln über jeweils eine Entkopplungsdiode in Durchlassrichtung verbunden ist, wobei die Anode der Entkopplungsdiode durch eine Selektionsdiode in Durchlassrichtung mit einem jeweiligen Selektionssignal verbunden ist. Mit Hilfe einer derartigen Schaltungsanordnung ist es möglich, den Betätigungsstatus mehrerer Näherungsschalter im Multiplexbetrieb auszuwerten. Die Auswahl des entsprechenden Näherungsschalters erfolgt durch das Selektionssignal, durch das der Ladungstransfer vom ausgewählten Sensorelement auf den einzigen Sammelkondensator freigegeben wird. Die Ladung der nicht selektierten Sensorelemente fließt über die jeweilige Selektionsdiode ab. Die Ladungsspannung kann zentral zur Verfügung gestellt werden.

In einer Weiterbildung der Schaltungsanordnung ist das kapazitive Sensorelement dazu ausgebildet, an eine Unterseite einer Fläche oder Abdeckung mit dielektrischen Eigenschaften angelegt zu werden, wobei sie vorzugsweise eine glatte ebene Oberfläche zur Anlage aufweist.

In einer Weiterbildung der Schaltungsanordnung ist das kapazitive Sensorelement ein voluminöser, elastischer, vorzugsweise länglicher Körper aus elektrisch leitfähigem Material. Ein solches Sensorelement ist beispielsweise in der EP 98101516.7 beschrieben, deren Inhalt diesbezüglich durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt dieser Beschreibung gemacht wird.

Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf andere

ren Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird. Die Unterteilung der Anmeldung in einzelne Abschnitte sowie Zwischenüberschriften beschränkt die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer Allgemeingültigkeit.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild einer Schaltungsanordnung für kapazitive Näherungsschalter zur Bestimmung ihres Betätigungsstatus,

Fig. 2 ein Diagramm des Spannungsverlaufs einer Wechselspannungsquelle U2 von Fig. 1 und einer Ladespannung an einem Ladespannungsknoten N1 von Fig. 1,

Fig. 3 ein Diagramm des Spannungsverlaufs an einem Sammelkondensator C2 von Fig. 1 in Abhängigkeit des Betätigungsstatus eines Näherungsschalters und

Fig. 4 ein Schaltbild einer Schaltungsanordnung mit mehreren kapazitiven Sensorelementen.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt ein Schaltbild einer Schaltungsanordnung für kapazitive Näherungsschalter zur Bestimmung ihres Betätigungsstatus. Die Schaltungsanordnung umfasst eine Gleichspannungsquelle U1 und eine Rechteckspannungsquelle U2 mit gemeinsamen Bezugspotential, bei-

Die Diode D2 und die Basis des Transistors T1 werden mit der Ladespannung U3 beaufschlagt, wodurch im Wechsel die Diode D2 oder der Transistor T1 leitend ist. Wenn die Ladespannung U3 ihren höheren Wert aufweist, wird die Diode D2 leitend, wodurch sich die Kapazität des Sensorelements C3 annähernd auf den Betrag der Ladespannung auflädt. Der Transistor sperrt in diesem Fall, da seine Basis-Emitter-Spannung positiv ist. Sinkt die Ladespannung U3 auf ihren niedrigeren Wert ab, sperrt die Diode D2 und die Basis-Emitter-Strecke wird leitend, d.h. der Transistor T1 schaltet durch. Folglich wird die Ladung der Sensorkapazität C3 auf den Sammelkondensator umgeladen bzw. transferiert. Die parasitären Transistorkapazitäten des Transistors T1 kompensieren einen Teil der Grundkapazität C4 des Sensorelements C3, so dass im wesentlichen nur die Kapazitätsänderung des Sensorelements C3 erfasst wird.

Die umgeladene Ladungsmenge wird durch die zu ermittelnde Kapazität C3 des Sensorelements bestimmt. Bei einer Betätigung des Näherungsschalters nimmt die Kapazität C3 zu, wodurch die Spannung am Sammelkondensator schneller ansteigt.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm des Spannungsverlaufs am Sammelkondensator C2 in Abhängigkeit des Betätigungszustands des Näherungsschalters über der Zeit. Bei nicht betätigtem Näherungsschalter verläuft die Spannung sägezahnförmig zwischen der Bezugsspannung und einer ersten Rampenspannung UR1. In einem Zeitabschnitt zwischen den Zeitpunkten t1 und t2, bei betätigtem Näherungsschalter, nimmt zum Zeitpunkt t1 die Steigung der Rampe stark zu und die Spannung am Sammelkondensator C2 steigt bis zu einer Rampenspannung UR3 an. Die nachfolgenden Messzyklen erfolgen bis zum Zeitpunkt t2 mit hoher Rampensteigung, wobei jeweils eine Rampenspannung UR2 erreicht wird. Die erzielte Rampenspannung zeigt folglich den Betätigungszu-

spielsweise Masse, wobei zwischen einem Ladespannungsknoten N1, an dem eine Ladespannung anliegt, und der Gleichspannungsquelle U1 eine Klemmdiode D1 in Sperrrichtung eingeschleift ist und zwischen dem Ladespannungsknoten N1 und der Rechteckspannungsquelle U1 ein Kondensator C1 und ein Widerstand R1 in Serie eingeschleift sind. Die Klemmdiode D1 bewirkt in Verbindung mit dem Kondensator C1 eine Anhebung der von der Rechteckspannungsquelle U2 ausgegebenen Spannung am Knoten N1 um den Betrag der Spannung der Gleichspannungsquelle. Fig. 2 zeigt diesen Zusammenhang in einem Diagramm des Spannungsverlaufs der Wechselfspannungsquelle U2 und der Ladespannung U3 am Ladespannungsknoten N1 über der Zeit.

Des weiteren ist ein erstes Schaltmittel in Form einer Diode D2 und ein zweites Schaltmittel in Form eines pnp-Transistors T1 vorgesehen. Die Basis des Transistors T1 und die Anode der Diode D2 sind mit dem Ladespannungsknoten N1 verbunden. Die Kathode der Diode D2 und der Emitter des Transistors T1 sind mit einem Filterwiderstand R2 verbunden, der mit dem kapazitiven Sensorelement C3 gekoppelt ist, und der Kollektor des Transistors T1 ist mit einem Sammelkondensator C2 verbunden, dessen anderer Anschluss mit dem Bezugspotential verbunden ist. Ein Kondensator C4 repräsentiert eine im wesentlichen konstante Grundkapazität des Sensorelements C3. Dem Sammelkondensator C2 ist ein Schalter S1 parallel geschaltet, der vor dem Beginn einer Messung geschlossen wird und somit den Sammelkondensator vollständig entleert. Wird der Spannungsverlauf am Sammelkondensator durch einen Mikrocontroller ausgewertet, kann dieser den Sammelkondensator C2 vor dem Beginn einer Messung entladen, wenn der entsprechende Eingang kurzzeitig auf Bezugspotential geschaltet wird. Der Schalter S1 entfällt in diesem Fall.

Das kapazitive Sensorelement C3 ist beispielsweise an eine Unterseite einer Fläche oder Abdeckung mit dielektrischen Eigenschaften angelegt.

stand des Näherungsschalters an und kann durch eine nicht gezeigte Einheit, beispielsweise einen Mikrocontroller, ausgewertet werden.

Fig. 4 zeigt ein Schaltbild einer Schaltungsanordnung mit drei kapazitiven Sensorelementen C3, denen jeweils eine Diode D2 und ein Transistor T1 als Verbindungsmittel zugeordnet ist. Der Schaltungsteil zur Erzeugung der Ladespannung, bestehend aus den Spannungsquellen U1 und U2, der Klemmdiode D1, dem Kondensator C1 und dem Widerstand R1 ist nur einmal vorhanden und beaufschlagt die jeweiligen Verbindungsmittel mit der Ladespannung U3. Der Sammelkondensator C2 ist ebenfalls nur einfach vorhanden. Die Dioden D3 und D4, die mit dem Kollektor des Transistors T2 verbunden sind, dienen der gegenseitigen Entkopplung. Die Auswahl eines zu messenden Näherungsschalters erfolgt mit Hilfe des entsprechenden Selektionssignals SL1, SL2 bzw. SL3. Das Selektionssignal SL des ausgewählten bzw. selektierten Näherungsschalters trägt eine Spannung, die größer als die maximal auftretende Rampenspannung ist und das Selektionssignal der nicht ausgewählten Näherungsschalter trägt die Bezugsspannung. Die Ladung der nicht ausgewählten Sensorelemente fließt über die jeweilige Diode D3 ab, während die Ladung des ausgewählten Sensorelements über die entsprechende Diode D4 in den Sammelkondensator C2 transferiert wird.

Die gezeigten Schaltungsanordnungen ermöglichen die sichere Bestimmung des Betätigungszustands des oder der Näherungsschalter unter allen Betriebsbedingungen, sind kostengünstig herstellbar und unempfindlich gegenüber EMV- und HF-Störungen.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung für einen kapazitiven Näherungsschalter zur Bestimmung seines Betätigungszustands mit
 - einem kapazitiven Sensorelement, dessen Kapazität (C3) sich in Abhängigkeit des Betätigungszustands ändert,
 - einem Sammelkondensator (C2),
 - einem ersten steuerbaren Verbindungsmittel (D2), das in Abhängigkeit von einem Ansteuersignal das kapazitive Sensorelement (C3) mit einer Ladespannung (U3) beaufschlagt,
 - einem zweiten steuerbaren Verbindungsmittel (T1), das in Abhängigkeit vom Ansteuersignal das kapazitive Sensorelement (C3) mit dem Sammelkondensator (C2) zum Transfer der Ladung vom kapazitiven Sensorelement (C3) auf den Sammelkondensator (C2) verbindet,
 dadurch gekennzeichnet, dass die Ladespannung (U3) eine Wechselfrequenz hat und die Verbindungsmittel (D2, T1) derart mit der Wechselfrequenz beaufschlagbar sind, dass im Wechsel das erste Verbindungsmittel (D2) oder das zweite Verbindungsmittel (T1) leitend ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladespannung (U3) mit Hilfe einer Gleichspannungsquelle (U1) und einer Rechteckspannungsquelle (U2) mit gemeinsamen Bezugspotential erzeugt wird, wobei zwischen einem Ladespannungsknoten (N1) und der Gleichspannungsquelle (U1) eine Klemmdiode (D1) in Sperrrichtung eingeschleift ist und zwischen dem Ladespannungsknoten (N1) und der Rechteckspannungsquelle (U2) ein Kondensator (C1) und ein Widerstand (R1) in Serie eingeschleift sind.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Verbindungsmittel eine Diode (D2) ist und/oder das zweite Verbindungsmittel ein Bipolar-Transistor ist, insbesondere ein pnp-Transistor (T1).

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Basis des Transistors (T1) und/oder die Anode der Diode (D2) mit dem Ladespannungsknoten (N1) verbunden sind, die Kathode der Diode (D2) und/oder der Emittor des Transistors (T1) mit einem Filterwiderstand (R2) verbunden sind, der mit dem kapazitiven Sensorelement (C3) gekoppelt ist, und der Kollektor des Transistors (T1) mit dem Sammelkondensator (C2) verbunden ist, dessen anderer Anschluss mit einem Bezugspotential verbunden ist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem Sammelkondensator (C2) ein Schalter (S1) parallel geschaltet ist.

6. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie mehrere kapazitive Sensorelemente (C3), denen jeweils ein erstes und ein zweites Verbindungsmittel (D2, T1) zugeordnet ist, und lediglich einen einzigen Sammelkondensator (C2) aufweist, der mit den jeweiligen zweiten Verbindungsmitteln (T1) über jeweils eine Entkopplungsdiode (D4) in Durchlassrichtung verbunden ist, wobei die Anode der Entkopplungsdiode (D4) durch eine Selektionsdiode (D3) in Durchlassrichtung mit einem jeweiligen Selektionssignal (SL1, SL2, SL3) verbunden ist.

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das kapazitive Sensorelement

(C3) dazu ausgebildet ist, an eine Unterseite einer Fläche oder Abdeckung mit dielektrischen Eigenschaften angelegt zu werden, wobei es vorzugsweise eine glatte ebene Oberfläche zur Anlage aufweist.

8. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das kapazitive Sensorelement (C3) ein voluminöser, elastischer, vorzugsweise länglicher Körper aus elektrisch leitfähigem Material ist.

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung nach dem Ladungstransferprinzip für kapazitive Näherungsschalter mit einem kapazitiven Sensorelement; dessen Kapazität sich in Abhängigkeit des Betätigungszustands ändert, einem Sammelkondensator, einem ersten steuerbaren Verbindungsmittel, das in Abhängigkeit von einem Ansteuersignal das kapazitive Sensorelement mit dem Sammelkondensator zum Transfer der Ladung vom kapazitiven Sensorelement auf den Sammelkondensator verbindet. Die Ladespannung kann eine Wechselspannung sein und die Verbindungsmittel sind derart mit der Wechselspannung beaufschlagbar, dass im Wechsel das erste Verbindungsmittel oder das zweite Verbindungsmittel leitend ist.

(siehe Fig. 1)

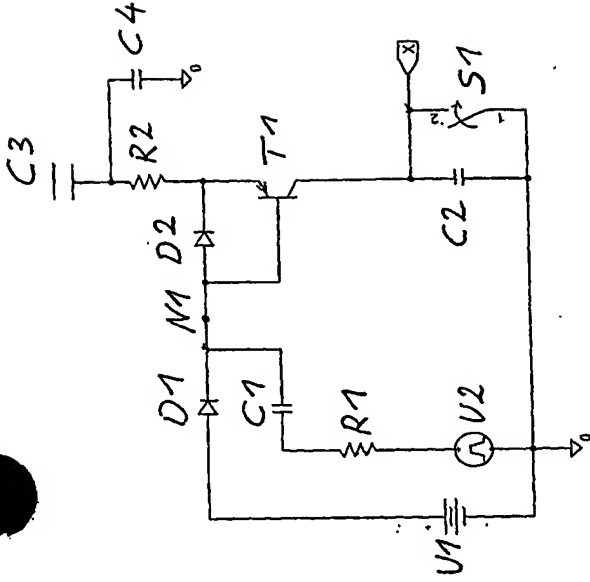


Fig. 1

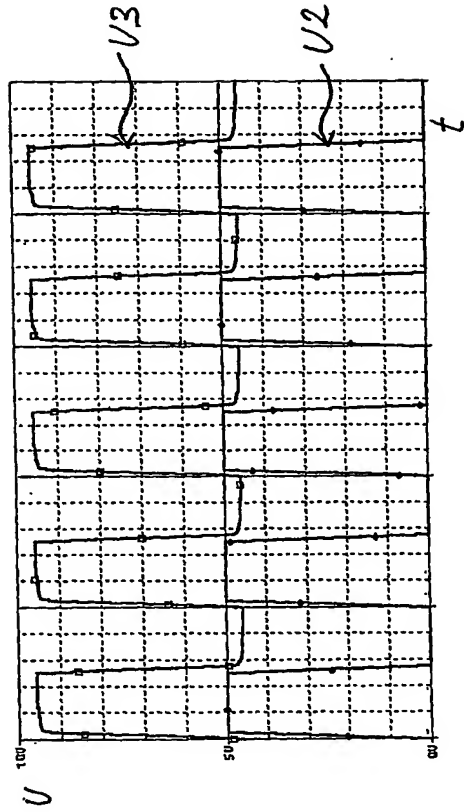


Fig. 2

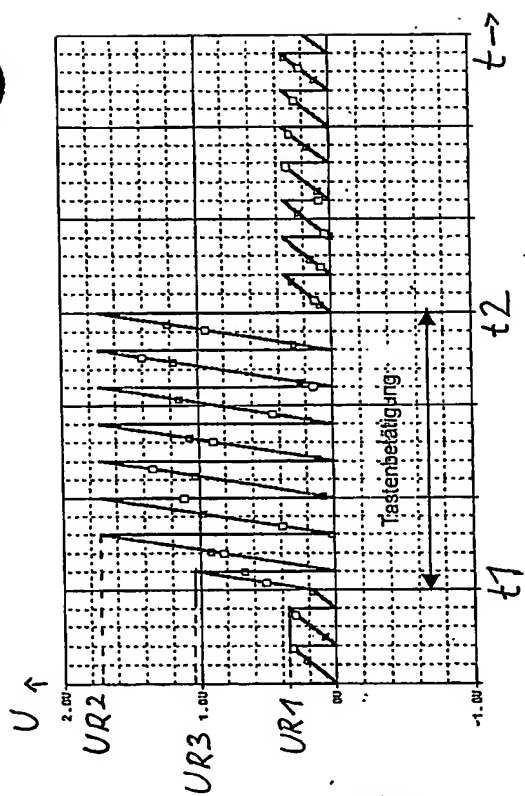


Fig. 3

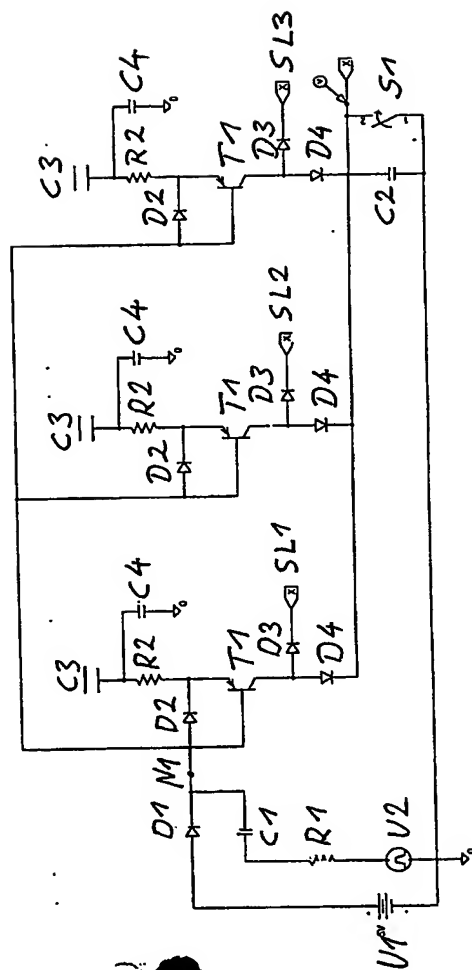


Fig. 4